

氏 名	大脇 淳
学 位 の 種 類	博士(理学)
学 位 記 番 号	博甲第845号
学位授与の日付	平成18年9月28日
学位授与の要件	課程博士 (学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	里山のチョウ類とゴミムシの多様性：里山の林分のパッチ構造と都市化の影響
論文審査委員 (主査)	中村 浩二 (自然計測応用研究センター・教授)
論文審査委員 (副主査)	岡澤 孝雄 (留学生センター・教授), 木下 栄一郎 (自然計測応用研究センター・助教授), 川幡 佳一 (教育学部・教授), 東 浩 (自然科学研究科・助教授)

Abstract

Satoyama is one of the the key areas for maintaining the biodiversity in Japan. I investigated the pattern of butterfly diversity in relation to vegetation diversity and effects of urbanization and forest fragmentation on forest stand structure and carabid diversity in rural and urban areas of Kanazawa, Japan.

Butterfly assemblage was investigated by transect method from April to October in 1999. Study route was divided into five sections according to the environmental difference. Vegetation association of each butterfly species was analyzed in relation to their life history features and endemism. In total, 856 individuals from 51 species were recorded. Butterfly diversity was highest at the two sections with forest edge. Sixteen species were classified into forest interior species, 24 forest edge species and 11 openland species. Forest interior and edge species contained many specialists sensitive to human impacts and many temperate East Asia endemics. In contrast, most openland species were tolerant generalists with the widest geographic range.

In order to study effects of forest fragmentation within a traditinal satoyama area and urbanization on stand structure, stand structure was examined in 10 rural forest patches (0.03-11 ha), one rural continuous forest and two urban forest patches. Species composition of the urban forests was significantly different from those of the rural forests in all the three layers, i.e. shrub, subcanopy and canopy layers. Stem densities of shrub layer were significantly higher in the urban forests than in the rural forests. The urban forests lacked deciduous sap trees and key fruit trees, and were dominated by evergreen sap trees. I could not find any effects of forest size and isolation on stand structure among the rural forests, indicating that effects of forest fragmentation within satoyama landscape is very weak.

In order to study effects of forest fragmentation in a traditinal satoyama area and urbanization on carabid assemblage, eight rural forest patches (0.07-11 ha), one rural continuous forest and two urban forest patches were studied using pitfall sampling. Species composition of the urban forests was significantly different from those of the rural forests. Compared with the rural forests, nine species disappeared or became

significantly lower density in the urban forests. As well as stand structure, I found neither area effects nor isolation effects among forest patches in the satoyama area. However, one carabid species was restricted to the continuous forest.

In conclusion, secondary forests are the key for conserving biodiversity and endemism in satoyama areas. Forest fragmentation in a traditional satoyama area hardly affected biodiversity, but urbanization greatly reduced the biodiversity of secondary forests.

学位論文要旨

①里山は日本の生物多様性の要として大きな注目を浴びているが、里山の生物多様性の特徴や維持機構など多くの点が未解明であり、近年の都市化や管理放棄によってその生物多様性は危機に直面している。本研究では、特に里山の生物多様性の特徴と維持機構、都市化の影響に焦点を当てて、金沢市郊外の里山とその近郊の都市部に孤立した二次林でチョウ類、植生構造、地表性ゴミムシ類について調査した。

②里山の環境の多様性と生物多様性の関係、里山に生息する種の生物地理的な特徴を明らかにするために、金沢市倭町の里山に約 1.1km のルートを設置し、1999 年 4~10 月に計 24 回チョウ群集を調査した。調査ルートは環境の違いにより 5 区画に分割し、各区画で観察されたチョウの種と個体数を記録した。観察されたチョウは化性（年 1 化、年 2 化、多化性）、食性幅（狭食性、広食性）、食草タイプ（草本食、ササ食、木本食、マント植物食、2 タイプ以上利用する多食）、地理的分布域（日本・サハリン固有種、狭い温帯東アジア種、広い温帯東アジア種、広域分布種）についてそれぞれ分類した。本調査で 51 種 856 個体のチョウが記録された。チョウの種数は林内やオープンランドを通る区画に比べ、林縁を含む 2 区画で最も高かった（32 種と 36 種）。観察された 51 種の植生との結びつきを多変量解析で解析したところ、16 種は林内と、24 種は林縁と、11 種はオープンランドと結びついていた。林内種や林縁種には人為的攪乱に弱い年 1 化・狭食性のスペシャリストと日本固有種を含む温帯東アジア種が多いのに対し、オープンランド種の大半は人為的攪乱に強い多化性・広食性のジェネラリストや広域分布種であった。従って、里山におけるチョウの多様性や固有性を維持するには、二次林が極めて重要であることが明らかになった。

③里山では様々な環境がモザイク的に入り組むため、里山の生物多様性にとって重要な二次林は本来的に分断化され、小面積化したり孤立化する傾向にある。このことは生物群集に大きな負の影響を与える可能性があるが、これまで全く考慮されてこなかった。また、二次林は近年の都市化により著しく分断化されつつある。そこで、半径 3km 以内の同じ地域から、里山城にある二次林 11 林分（0.03-11ha のパッチ状の 10 林分と大きな連続林 1 林分）と都市域にあ

る二次林 2 林分 (0.4ha と 1ha) で、里山の環境構造が本来持っている負の側面 (二次林が分断化される傾向) と近年の都市化が二次林の植生構造に与える影響を調査した。各林分には、東西と南北の林縁から林縁に貫通する 5m 幅のベルト、又は林縁から林内 40m または 60m に入る 10m 幅のベルトを設置し、そのベルトを 5*5m の区画に分割し、各区画内の胸高直径 2cm 以上の全樹木の樹種を同定し、胸高直径と高さを測定した。

里山林 (里山域にある林分) と都市林 (都市域にある林分) では高木層、亜高木層、低木層全ての階層において種構成に大きな違いが見られた。里山林に比べ、都市林では特に落葉の液果樹種や翼果樹種が欠落し、常緑の液果樹種が増加した。従って、都市化によって二次林の植生構造は常緑の液果樹種に大きく偏りつつあることが明らかになった。一方、里山林の間では、面積や孤立による種構成の違いは検出されなかった。従って、里山域における二次林の分断化は植生構造にほとんど影響しておらず、むしろ植生構造には管理方式の影響が大きいことが示唆された。

④植生構造を調査した 13 林分のうち、里山域の 2 林分を除く計 11 林分 (里山域の 8 林分、里山域の連続林 1 林分、都市域の 2 林分) で、里山の負の側面である二次林の分断化の影響と都市化の影響を地表性ゴミムシ群集について調査した。ゴミムシ類の大半は捕食性であり、特に分断化の影響を受けやすい分類群である。2003 年に各林分で林縁から林内へ 3 本のトランセクトを設置し、小さい林分や細長い林分は林縁から 0m と 10m に、最も大きな林分には 0, 10, 20, 40, 80m にピットフォールトラップを設置した。また、林縁から 10m 以内の草地や低木地にも計 3 ヶ所、トラップを 3 つずつ設置した。トラップは 5~11 月に毎月 1 回 2 日間開放し、落下した昆虫を採集・同定した。2004 年には里山域の調査林分数を 8 から 3 に減らしたが (連続林と都市域合わせて計 6 林分)、里山域の林分でのトランセクトを 5 本に増やした。また、2004 年には林縁から 20m 以上離れた畦 4 ヶ所にトラップを 3 つずつ設置した。

2003 年には 43 種 2437 個体、2004 年には 46 種 2138 個体のゴミムシ類が採集され、2 年間で合計 54 種が採集された。都市林と里山林ではゴミムシ群集の種構成は大きく異なり、9 種が都市林で欠落したか低密度化した。里山の二次林に生息する種には林縁を好む種と林内を好む種の 2 タイプあったが、どちらのグループも都市林では減少した。一方、都市林を除き、里山林のみで林分の面積と孤立の影響を解析すると、4 種は小面積化か孤立化の負の影響を受けたが、里山連続林のみで捕獲された種は 1 種だけで、多くの種は様々な面積の二次林がパッチ状に配置される里山域でも生息していた。このことは、伝統的な里山景観の空間スケールならば、二次林が分断化しても大半のゴミムシの多様性が維持されることを示している。各種について林縁からの距離と捕獲数の相関を解析すると、2 年とも林内へ入るに従い捕獲数が増加する種は全くおらず、エッジ効果の負の影響を受ける種はなかった。二次林でエッジ効果の負の影響を受ける種がないのは、20~30 年周期で二次林が定期的に伐採されてきたためであろう。これらの結果は、都市化はゴミムシ群集の多様性を大きく減少させる

こととは対照的である。

⑤本研究の一連の結果をまとめると、里山の生物多様性と固有性の要によって二次林は最重要な要素であり、都市化による分断化と周囲の環境の変化によって二次林の生物多様性は大きく減少した。一方、伝統的里山景観のスケールに見られる二次林の分断化の影響は、植生構造、ゴミムシ群集ともにほとんど検出されなかった。これは伝統的里山景観では、二次林は分断化してもある程度大きな面積の二次林（1ha 以上）が互いに近くに配置されているため、ゴミムシ類は林分間の移動によりメタ個体群を維持可能であるためと思われる。また、里山の二次林は従来繰り返し伐採されてきたため、エッジ効果の負の影響を受ける種がおらず、このことも分断化の影響が検出されなかった要因であろう。しかし、1種は里山連続林でのみ捕獲された種が1種あり、本研究では連続林が含む環境の異質性（例えば谷筋など）をカバーできていない。今後、連続林内の環境の異質性を考慮した調査も必要である。

学位論文審査結果の要旨

里山は日本の生物多様性にとって重要な生態系のひとつであるが、定量的な生態学的調査は近年始まったばかりである。本研究では、里山のチョウ類と地表性ゴミムシ類の生物多様性の維持機構について、環境のモザイク構造、林分のパッチ構造、都市化の影響に焦点を当て、金沢市郊外の里山で野外調査した。

（1）金沢市俵町の里山において、1999 年にルートセンサスによりチョウ類を調査した。その結果、合計 51 種 856 個体を記録し、各種の調査地内での分布と生活史特性（食性、化性、生息地選択、地理的分布域等）を検討した。その結果、里山におけるチョウの多様性と固有性の維持には、二次林の存在が重要であることが判明した。

（2）里山の地表歩行性ゴミムシ類の生物多様性に及ぼす二次林のパッチ構造、分断化、都市化の影響を調べるため、金沢市俵町の里山のパッチサイズの異なる 9 林分と市街地内の 2 林分（それぞれ里山林、都市林と呼ぶ）において、2003 年と 2004 年に落とし穴トラップにより、合計 54 種 4575 個体を採集した。その結果、①ゴミムシ類は、「里山林内種」、「里山林縁種」、「森林ジェネラリスト」、「草地種」、「都市林種」に分けられ、②里山林の分断化による負のエッジ効果は少なかったが、③都市林では種数、密度とも大きく減少していた。

本研究は、里山の生物多様性に関する重要な新知見を多数含んでおり、本委員会は博士（理学）に値すると判断した。